

# ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ТИТАНА ПРИ НОРМАЛЬНОЙ И ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

*Шалин А.В., Дзунович Д.А., Пожого В.А.*

*Руководитель – проф., д.т.н. Скворцова С.В.*

ГОУ ВПО «МАТИ» – Российский государственный технологический  
университет им. К.Э.Циолковского, г. Москва  
mitom@implants.ru

В последние годы большой интерес при изготовлении изделий для машиностроения и авиационной промышленности представляют конструкционные ( $\alpha + \beta$ )-титановые сплавы. Для этих сплавов существует широкая возможность, с помощью термической и термомеханической обработок, изменять структуру, а, соответственно, и свойства. Наиболее используемым из данного класса сплавов является сплав ВТ6, обладающий высоким значением технологической пластичности, но недостаточно высокими прочностными свойствами. Однако из-за невысокой степени легирования  $\beta$ -стабилизаторами, а, следовательно, и высокой температурой полиморфного превращения, деформацию данного сплава необходимо проводить при относительно высоких температурах, что является экономически невыгодным процессом.

В данной работе исследовалась возможность создания в опытных титановых сплавах структурного состояния, обеспечивающего повышенную технологическую пластичность при нормальной и повышенных температурах с сохранением высокого уровня прочностных свойств. Для решения этой задачи были выплавлены сплавы на основе систем легирования Ti-3,2Al-V-Mo-Sn-Zr и Ti-4,8Al-V-Mo-Zr-Nb.

Полуфабрикаты из опытных сплавов были получены методом двойного вакуумного переплава, с последующей изотермической ковкой в интервале температур 900...1000 °С. Выбор режимов термической обработки проводился в зависимости от температуры  $A_{c3}$ , которая для сплава Ti-3,2Al-V-Mo-Sn-Zr составляла 870 °С, а для сплава Ti-4,8Al-V-Mo-Zr-Nb – 850 °С. Для оценки технологической пластичности сплавов проводили испытания на осадку при нормальной и повышенной температурах на образцах размером  $\varnothing 11 \times 14,5$  мм. Уровень прочностных свойств сплавов определялся в отожженном и упрочненном состояниях при нормальной температуре.

Проведение тепловой прокатки полуфабрикатов из сплава системы Ti-3,2Al-V-Mo-Sn-Zr с последующим ступенчатым отжигом приводит к формированию в заготовках структуры, содержащей около 70 %  $\alpha$ -фазы и 30 %  $\beta$ -фазы. Такая структура обеспечивает значения прочности  $\sigma_B = 900$  МПа,  $\sigma_{0,2} = 880$  МПа, а также высокую технологическую

пластичность  $\delta = 16 \%$ , позволяющую осуществлять операцию осадки при нормальной температуре со степенью сжатия 71 %. Последующее старение образцов из этого опытного сплава позволяет увеличить прочность на 150 МПа с сохранением высоких значений пластичности.

Термическая обработка горячекатанных полуфабрикатов из сплава системы Ti-4,8Al-V-Mo-Zr-Nb формирует двухфазную структуру, обеспечивающую прочностные свойства на уровне  $\sigma_b = 940$  МПа,  $\sigma_{0,2} = 930$  МПа и пластичность  $\delta = 18,5 \%$ . Проведенные сравнительные испытания на осадку опытного сплава и ВТ6 показали, что в исследуемом сплаве удельное усилие сжатия при температуре 780 °С сопоставимо с усилием, получаемом на сплаве ВТ6 при температуре 850 °С. Проведение дополнительной упрочняющей обработки позволило увеличить прочность на 200 МПа при незначительном уменьшении пластичности.

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований №09-03-00480\_a.